

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

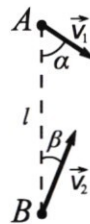
Класс 09

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?



2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом φ к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

Массы бруска и шарика одинаковы.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

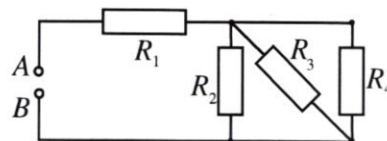
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

51

Дано:

$$L = 1 \text{ км};$$

$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ;$$

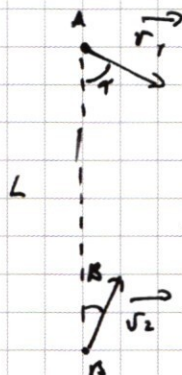
$$v_2 = 20 \text{ м/с};$$

$$S = 270 \text{ м};$$

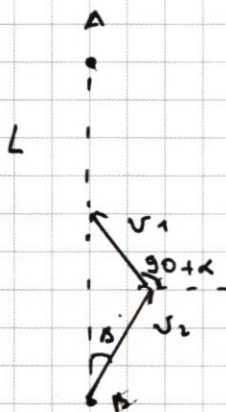
Найти:

$$\sin \beta - ?$$

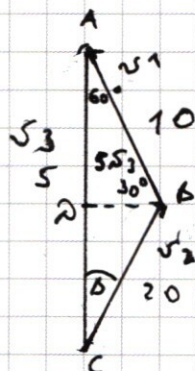
$$T - ?$$



Перейдем в ω , связанную с кораблём



①



$$AB = 10;$$

$$BC = 20;$$

$$AD = 5;$$

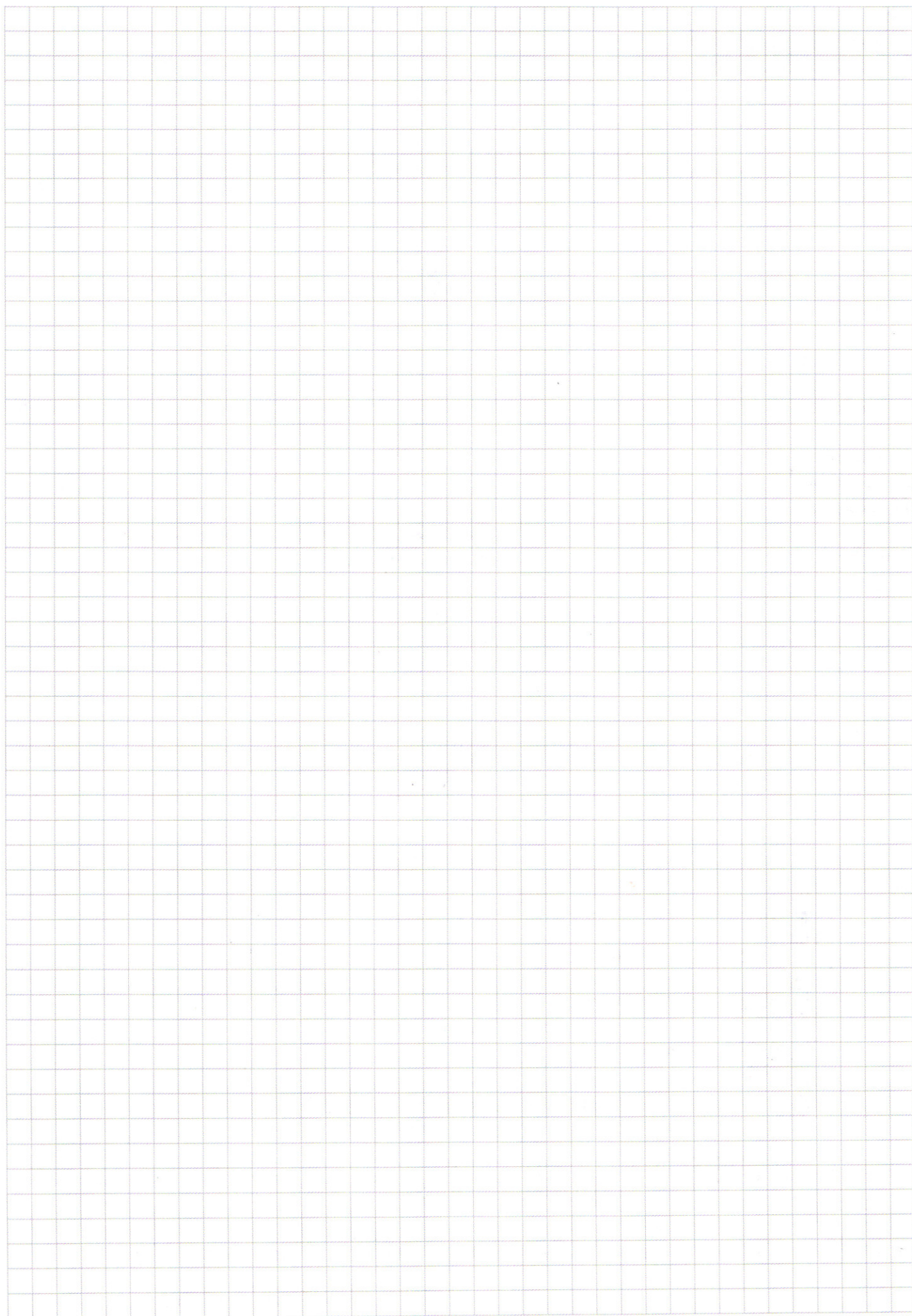
$$BD = 5\sqrt{3}.$$

$$\sin \beta = \frac{BD}{BC} = \frac{5\sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4}.$$

$$\textcircled{2} \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{13}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4} \Rightarrow CD = 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = 5\sqrt{13}.$$

$$AC = \frac{AB}{\cos \beta} = \frac{10}{\frac{\sqrt{13}}{4}} = 5\sqrt{13} + \frac{1}{2} \cdot 10 = 5\sqrt{13} + 5 = 5(\sqrt{13} + 1); \quad AC = v_3;$$

$$v_3 = 5(\sqrt{13} + 1) \text{ м/с}.$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T = \frac{L - 5}{v_3}; \quad \sqrt{13} \approx 3,6$$

$$\begin{array}{r} 3,6 \\ \times 3,6 \\ \hline 12,96 \end{array}$$

$$T = \frac{1000 - 770}{5 \cdot (1 + 3,6)} = \frac{230}{5 \cdot 4,6} = \frac{230}{10 \cdot 2,3} =$$

$$= \frac{230}{23} = 10 \text{ с.}$$

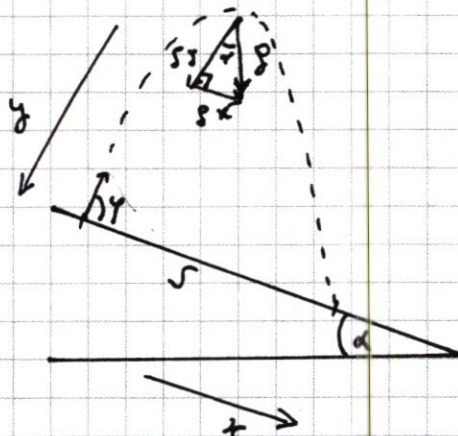
Ответ: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}; T \approx 10 \text{ с.}$

Дано:

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$S = 0,8 \text{ км};$$

$$\rho = 10 \text{ Н/с}^2$$



Найти:

1) Чтобы продолжительность полета мины

φ -? была наибольшей, её следует бросать под углом $\varphi = 90^\circ$

v_0 -? к поверхности склона.

2) $r_y = r \cos \alpha; r_x = r \sin \alpha.$

$$S = \frac{r_x T^2}{2}; \quad T = \sqrt{\frac{2S}{r_x}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 800}{10 \cdot \frac{1}{2}}} = \sqrt{4 \cdot 80} = \sqrt{64 \cdot 5} = 8\sqrt{5} \text{ с.}$$

$$t = \frac{T}{2} = \frac{8\sqrt{5}}{2} = 4\sqrt{5} \text{ с.}$$

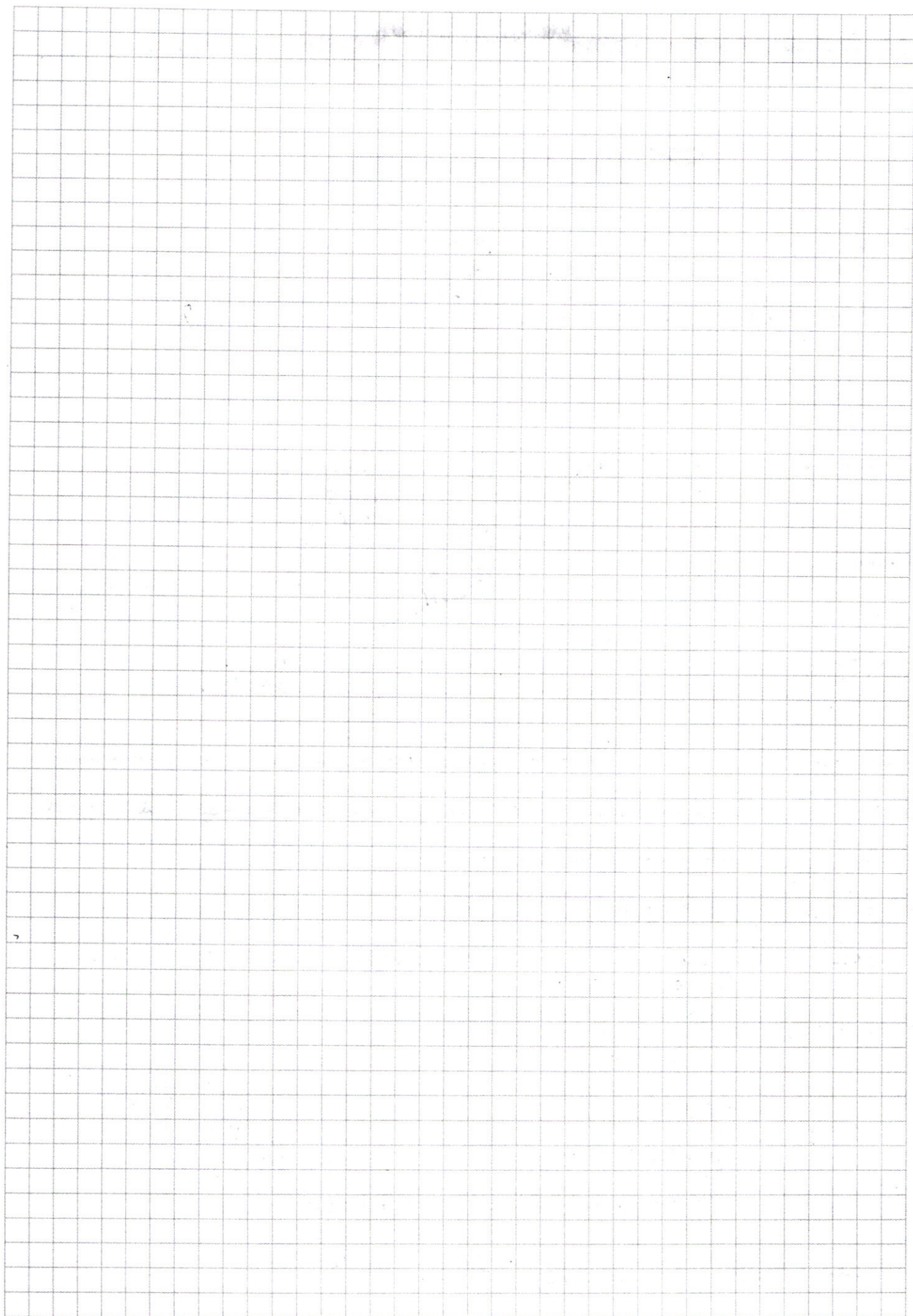
3) $v_0 = r_y \cdot t;$

$$v_0 = r \cos \alpha \cdot t = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4\sqrt{5} = 20\sqrt{15};$$

$$\sqrt{15} \approx 3,85 \Rightarrow v_0 = 20 \cdot 3,85 = 2 \cdot 38,5 = 77 \text{ м/с.}$$

$$\begin{array}{r} 3,85 \\ \times 3,85 \\ \hline 1725 \\ + 3080 \\ \hline 148025 \end{array}$$

Ответ: $\varphi = 90^\circ; v_0 \approx 77 \text{ м/с.}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$v_1 = 1 \text{ м/с};$$

$$h = 0,8 \text{ м};$$

$$\rho = 10 \text{ м/с}^2;$$

Найти:

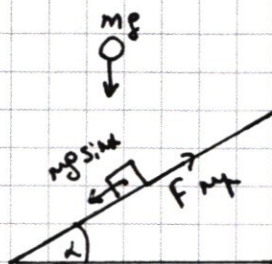
$$v_2 = ?$$

$$\alpha = ?$$

$$\textcircled{1} \frac{v_2^2}{2\rho} = h$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{10 \cdot 2 \cdot 0,8} = 4 \text{ м/с}. \quad \text{Ответ: } v_2 = 4 \text{ м/с}.$$

②



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

54.

Дано:

$$v_1 = 60 \text{ м/с};$$

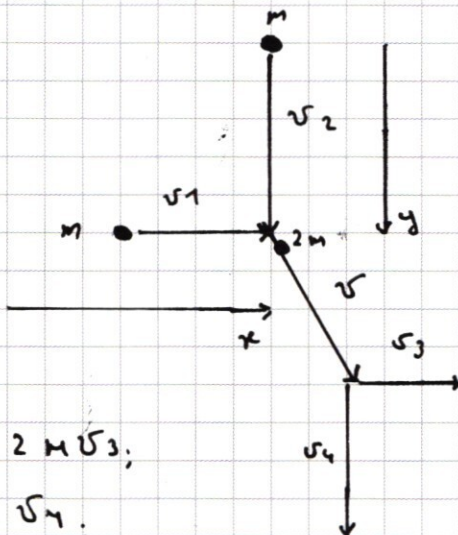
$$c = 130 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)};$$

$$v_2 = 80 \text{ м/с};$$

Найти:

$$v = ?$$

$$\Delta t = ?$$



① По ox : $m v_1 = 2 m v_3$;

По oy : $m v_2 = 2 m v_4$;

$$v_3^2 + v_4^2 = v^2$$

$$v_3 = \frac{v_1}{2}; \quad v_4 = \frac{v_2}{2} \Rightarrow \frac{v_1^2}{4} + \frac{v_2^2}{4} = v^2;$$

$$v = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{4}} = \sqrt{\frac{3600 + 6400}{4}} = \sqrt{2500} = 50 \text{ м/с}.$$

② $\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2 m v^2}{2} + Q$

$$m v_1^2 + m v_2^2 = 2 m v^2 + 2 Q;$$

$$Q = 2 m c (\Delta t);$$

$$2 m c (\Delta t) = \frac{m v_1^2 + m v_2^2 - 2 m v^2}{2}$$

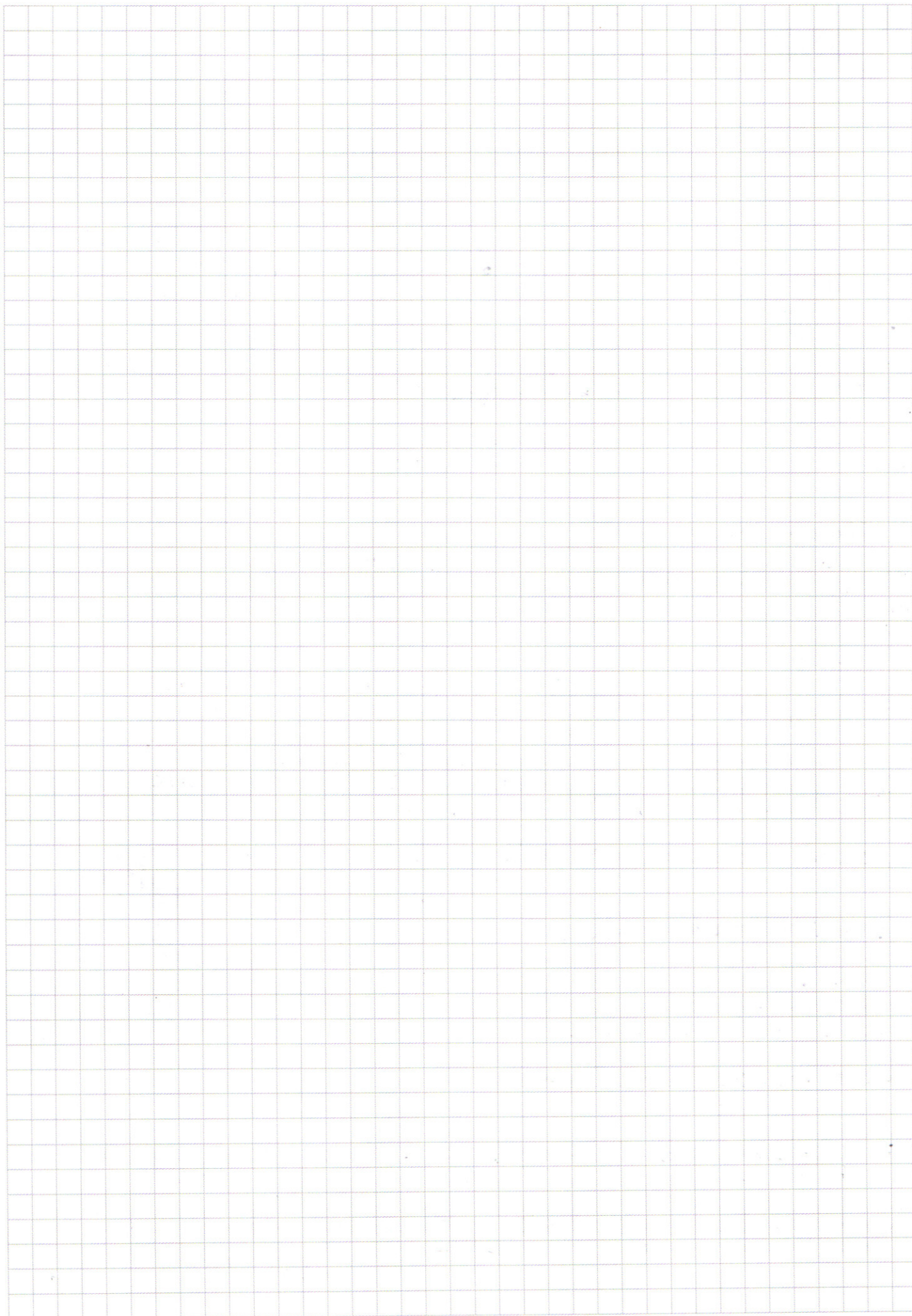
$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2 v^2}{4 c} = \frac{3600 + 6400 - 2 \cdot 2500}{4 \cdot 130} = \frac{10000 - 5000}{4 \cdot 130} =$$

$$= \frac{5000}{4 \cdot 130} = \frac{1250}{130} = \frac{125}{13} = 9,6^\circ\text{C}.$$

Ответ: $v = 50 \text{ м/с};$

$$\Delta t = 9,6^\circ\text{C}.$$

$$\begin{array}{r} 125 \overline{) 13} \\ 117 \overline{) 961} \\ \underline{80} \\ 18 \\ \underline{20} \\ 13 \\ \underline{7} \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

55.

Дано:

$$R_1 = 3\Omega;$$

$$R_2 = R_3 = 2\Omega;$$

$$R_4 = 4\Omega;$$

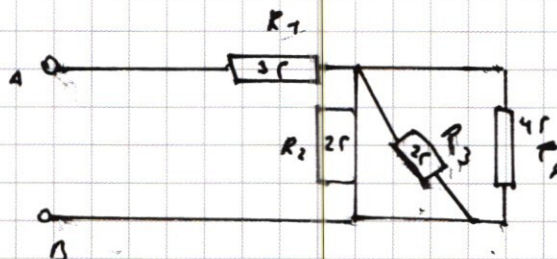
$$U = 38\text{В};$$

$$r = 10\Omega$$

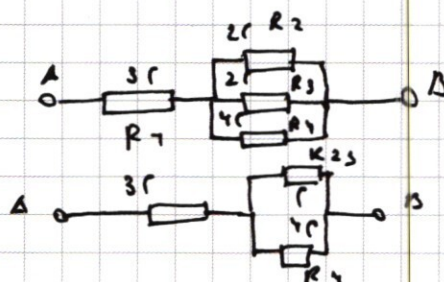
Найти:

R_{AB} - ?

Ток I_{R_4} - ?



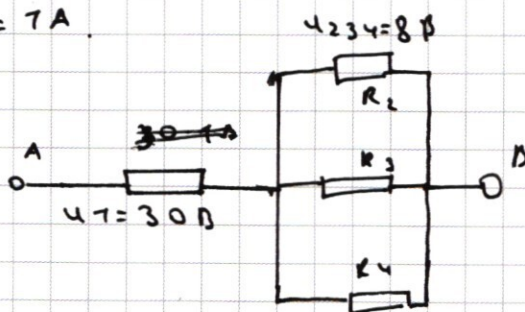
Эквивалентная схема:



$$\textcircled{1} R_{AB} = 3\Omega + \frac{4\Omega \cdot \Omega}{4\Omega + \Omega} = 3\Omega + \frac{4\Omega^2}{5\Omega} = 3\Omega + 0,8\Omega = 3,8\Omega.$$

$$R_{AB} = 3,8\Omega = 3,8 \cdot 10 = 38\Omega.$$

$$\textcircled{2} I_{\text{обш}} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38}{38} = 1\text{А}.$$

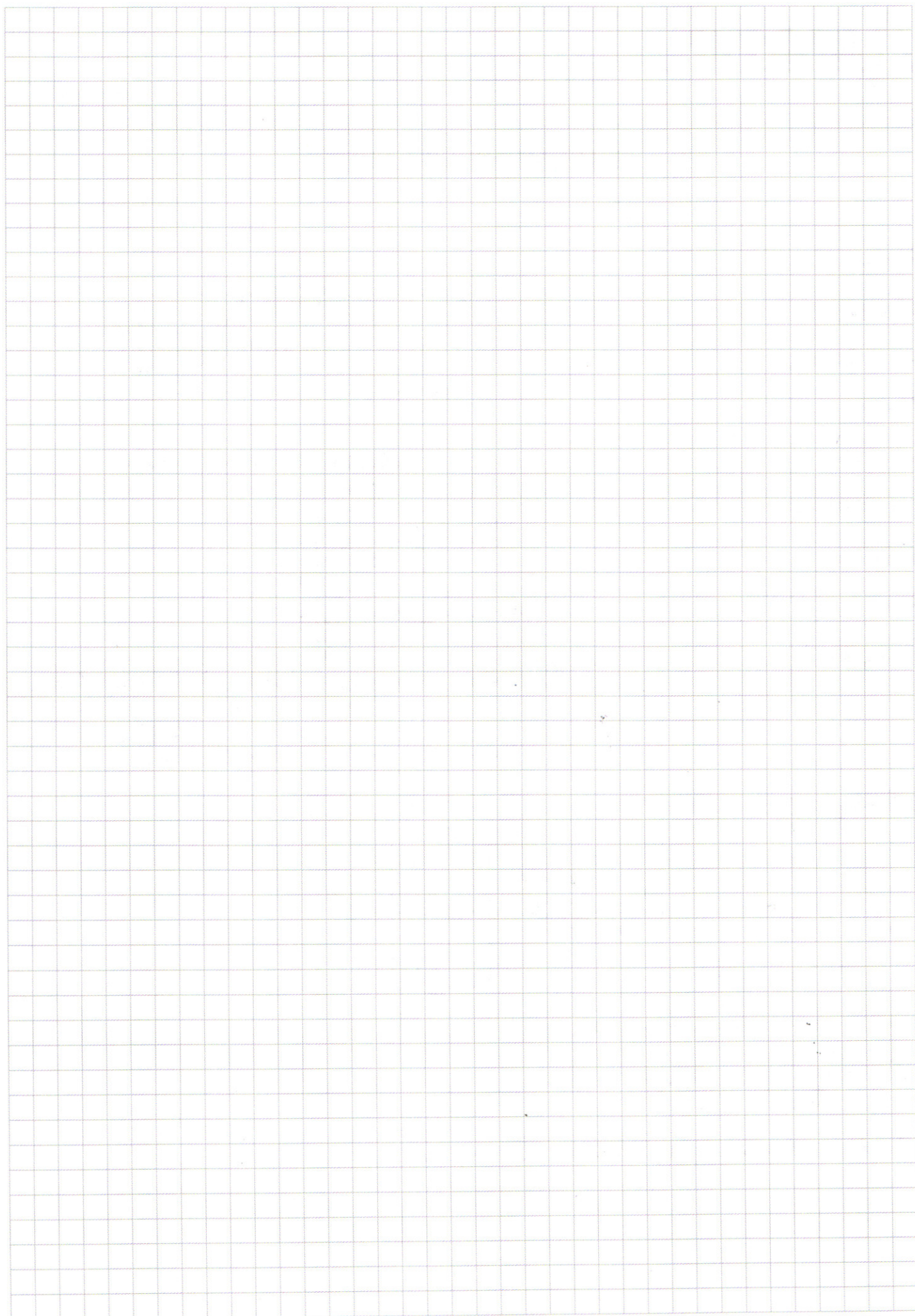


$$U_1 = I_{\text{обш}} \cdot R_1 = 1 \cdot 30 = 30\text{В}$$

$$U_{234} = U - U_1 = 38 - 30 = 8\text{В}$$

$$I_4 = \frac{U_{234}}{R_4} = \frac{8}{40} = 0,2\text{А}.$$

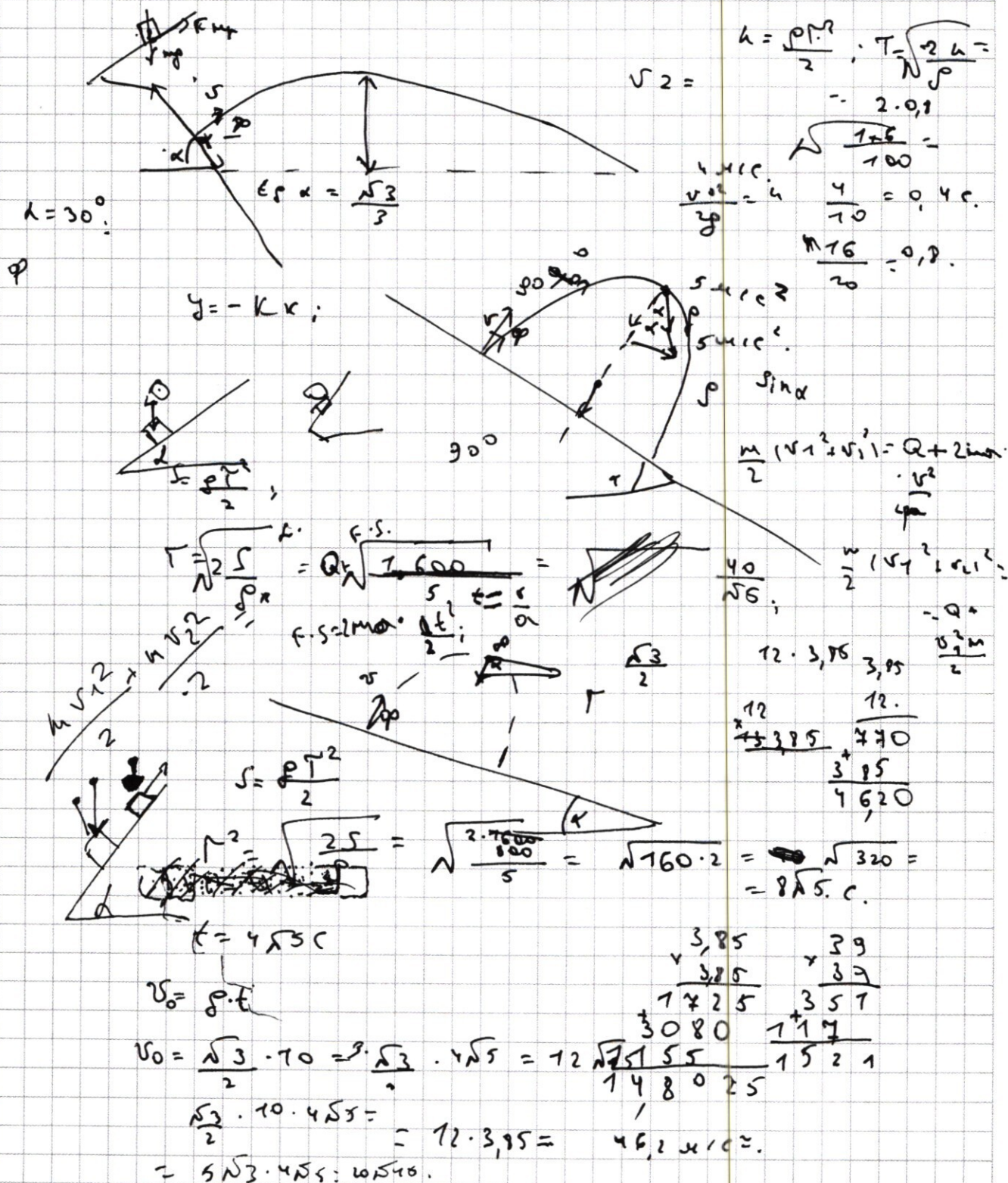
Ответ: $R_{AB} = 3,8\Omega = 38\Omega$; $I_4 = 0,2\text{А}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$$V_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 80 \text{ м/с}$$

$$m V_2 - m V_1 = 2 m V_3$$

$$V_3 = \frac{m(V_2 - V_1)}{2m} = \frac{80 - 60}{2} = 10 \text{ м/с}$$

$$C = 130 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$$

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2 m V_3^2}{2} + Q$$

$$m V_1^2 + m V_2^2 = 2 m V_3^2 + Q$$

$$V_1^2 + V_2^2 = 2 V_3^2 + \frac{Q}{m}$$

$$\frac{Q}{m} = V_1^2 + V_2^2 - 2 V_3^2 = 3600 + 6400 - 2000 = 9800$$

$$Q = m (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_3^2)$$

$$Q = 2 m C \Delta t$$

$$m (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_3^2) = 2 m C \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2 V_3^2}{2 C} = \frac{3600 + 6400 - 2000}{2 \cdot 130} =$$

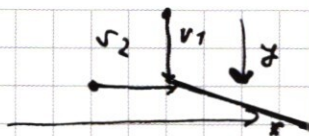
$$= \frac{9800}{260} = 37,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 75,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

№5

$$R_1 = 3 \Omega; R_2 = R_3 = 2 \Omega; R_4 = 4 \Omega$$

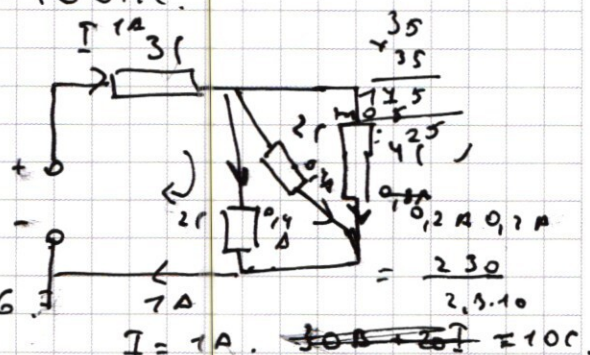
$$I = 1 \text{ A}; I_y = 1,5 \text{ A}$$



$$3,5 \cdot 3,5 =$$

$$7000 - 910 = 230$$

$$30 \cdot 1 + 40 \cdot 0,2$$



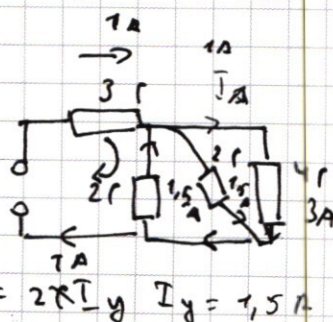
$$38 \Omega; 30 \Omega + x \Omega = 38 \Omega$$

$$x \Omega = 8 \Omega$$

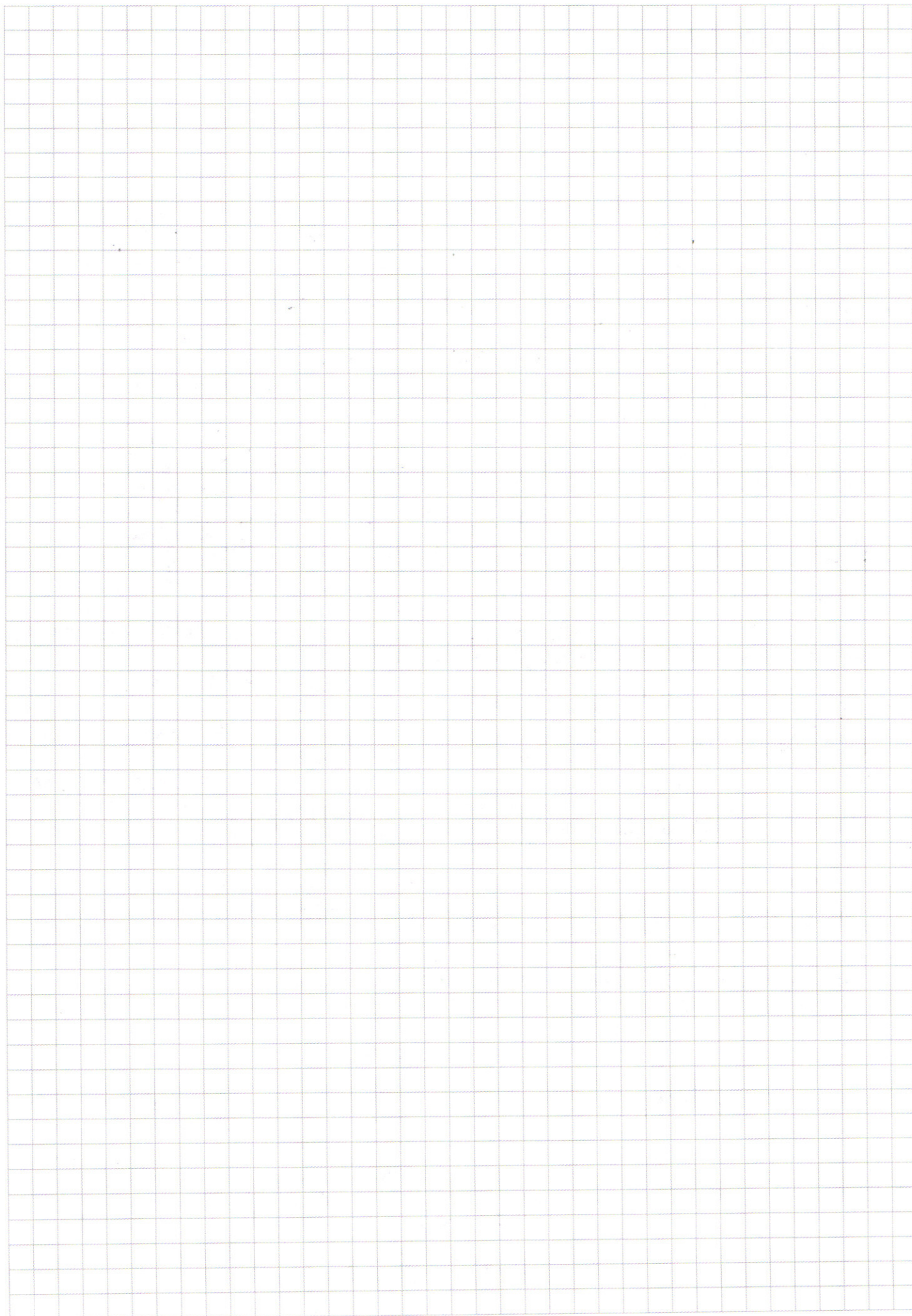
$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{20} = 0,1 \text{ A}$$

$$\frac{9800}{130} = 75,3$$

$$\frac{4 \cdot 1}{4 + 1} = \frac{4}{5} = 0,8$$



$$3 \Omega + 9 \Omega = 12 \Omega$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving vector addition and kinematics.

Diagrams:

- Top left: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle α .
- Top center: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Top right: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Middle left: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Middle center: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Middle right: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Bottom left: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Bottom center: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .
- Bottom right: Vector diagram showing $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ with angle 30° .

Equations and Calculations:

$$\frac{400}{25} = 16$$

$$16 \cdot 9 \cdot 87$$

$$5\sqrt{13} + 5\sqrt{13}$$

$$5^2 \cdot 65 + 5^2 \cdot 9 = 400$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2 m v_3^2}{2}$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2 v_3^2 + \frac{Q}{m}$$

$$Q = (v_1^2 + v_2^2 - 2 v_3^2) \cdot m = 2 m c \Delta t$$

$$1 - \frac{3}{16} = \frac{\sqrt{13}}{16}$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2 v_3^2}{2c}$$

$$= \frac{10000 - 2 \cdot 2500}{2 \cdot 730}$$

$$= \frac{5000}{1460}$$

$$= \frac{5000}{1460} = \frac{2500}{730}$$

$$= \frac{250}{73}$$

$$20^2 - 25 \cdot 3 + x^2 = \frac{5000}{2 \cdot 730} = \frac{2500}{730}$$

$$400 - 75 = x^2$$

$$325 = x^2; \quad x = \sqrt{325}$$

$$x = \sqrt{325} = \sqrt{25 \cdot 13} = 5\sqrt{13}$$

$$25 \cdot 73$$

$$\frac{25 \cdot 73}{5} = 5\sqrt{13}$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} = \frac{v_3^2}{2}$$

$$v_1^2 + v_2^2 = v_3^2$$

$$2 v_3 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} =$$

$$1 v_3 = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} =$$

$$= \frac{\sqrt{3600 + 6400}}{2} = \frac{\sqrt{10000}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ м/с.}$$

